Tabellen über die Aussengrenzen des Gesichtsfeldes für weisse und farbige Objekte.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer

Hohen medizinischen Fakultät
der Universität zu Leipzig

vorgelegt von

Paul Lampel,
Assistenzarzt am Malteser-Kinder-Hospital St. Anna zu Breslau
aus Simmenau (Kr. Kreuzburg).

Leipzig.
Druck von Bruno Georgi
1906.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
zu Leipzig. 16. März 1906.

Referent: Herr Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Sattler.

Dem Andenken meiner lieben Eltern
gewidmet.

Obwohl die Kenntnis des Gesichtsfeldes, wenn auch noch „in den ersten Spuren unklarer Vorstellung", nach Magnus (44, 110 u. 115) bis in die vorchristliche Zeit reicht, so hatten doch die Aerzte die Wichtigkeit der Untersuchung desselben nicht erkannt. Erst Albrecht von Gräfe hat nicht nur auf ihre Bedeutung für die Diagnose und Prognose vieler Augenerkrankungen hingewiesen, sondern zugleich auch Wege angegeben, auf welchen für die Praxis brauchbare Resultate erzielt werden können. Ich will nur zwei Stellen aus seinem Werke (5) zitieren, um dies zu demonstrieren (5, p. 296).

„Was den prognostischen Wert der Gesichtsfeldanomalien betrifft, so ist derselbe nicht hoch genug anzuschlagen. Umfangreiche Besserung in der Sehschärfe werden selbst bei langdauernden, stationären Uebeln ausserordentlich häufig erreicht, während Veränderungen im Gesichtsfeld im allgemeinen nur mässigen Umfanges und in der Mehrzahl der Fälle gar nicht erzielt werden."

(5, p. 268 u. 269): „Es ist für die Annahme einer physiologischen Leitung auf der Netzhaut nicht nur notwendig, dass der Gesichtskreis einen normalen Umfang habe, sondern es muss auch die Deutlichkeit der Eindrücke vom Centrum nach der Peripherie hin in der gesetzmässigen Weise abnehmen. Eine relativ zu grosse Undeutlichkeit mässig exzentrischer Eindrücke ist ebenfalls ein

pathognomonisches Zeichen von sehr grosser Wichtigkeit. Um diesem Teile der Untersuchung etwas Exaktes zu geben, wäre es vor allen Dingen nötig, das Gesetz der excentrischen Gesichtsschärfe zu finden, d. h. das Gesetz, nach dem das Minimum des Distinktionswinkels vom Centrum nach der Peripherie hin zunimmt. Ein derartiges Gesetz existiert zurzeit noch nicht und ich bezweifle sehr, dass man je zu einem solchen gelangen wird, weil nämlich das excentrische Sehen einer jeden Uebung bar, sich unter physiologischen Verhältnissen, wenn man will, in ähnlicher Weise abstumpft, wie ein zweites Auge, welches nicht zum gemeinschaftlichen Sehakt beiträgt . . . . Da wir aus diesen Gründen zu einem Gesetz über das excentrische Sehen kaum gelangen werden, so tun wir in der Praxis am besten, uns an ein rein komparatives Verfahren zu halten.“ Auch heute kennen wir noch nicht das Gesetz des excentrischen Sehens, so wünschenswert dasselbe wäre. Wir sind auch heute noch auf ein komparatives Verfahren angewiesen und dieses besitzen wir in der Prüfung des Gesichtsfeldes mit farbigen Pigmenten. „Die Einführung der Prüfung der Farbenfelder in die praktische Ophthalmologie“ bezeichnet Treitel (28, p. 17) als „einen wesentlichen Fortschritt“, da sie uns gestatte, die Empfindlichkeit der excentrischen Netzhautbezirke, wenn auch nicht „numerisch auszudrücken“, so doch „graphisch untereinander zu vergleichen“.

Albrecht von Gräfe benutzte zu seinen Untersuchungen noch Tafeln, sogenannte Campimeter. Von den vielen Nachteilen, die demselben anhaften und einer exakten Messung des Gesichtsfeldes hinderlich sind, seinen nach Baas (41, p. 12) folgende hervorgehoben:

Die Ausdehnung des Gesichtsfeldes lässt sich nach aussen, unten aussen überhaupt nicht bis zur Grenze feststellen, weil diese weit über den Rand der Tafel hinausreicht. Die Unter-

suchung der Netzhautperipherie geschieht unter ungünstigeren Bedingungen als die der Mitte, da das Probeobjekt in desto grösserer Entfernung gesehen wird, je weiter es sich vom Fixationspunkt entfernt; infolgedessen erscheint es unter kleinerem Gesichtswinkel, als auch nimmt die von ihm ausgehende Lichtmenge im Quadrat der Entfernung ab.

Ausserdem ist das Auge auf einen Fuss akkomodiert, während das Probeobjekt in grösserer Entfernung geführt wird, es ist daher undeutlich.

Bessere Resultate erhielt man mit dem Gradbogen, welchen schon Purkinje (1) 1825 benutzte. Seitdem nun Aubert (4) im Jahre 1855 über seine Untersuchungen an demselben berichtete, erhielt derselbe eine allgemeine Verbreitung. Die Fehler, welche diesem Instrumente noch anhafteten und welche Drott (36) in seiner Dissertation (p. 7 und 8) anführt, sind von Förster beseitigt worden. Dieses Instrument wurde im Jahre 1869 Perimeter (10, p. 411) genannt, nachdem Förster schon 1867 in Paris und auch früher einmal auf der 37. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad im Jahre 1862 darüber gesprochen hatte; von Möser (12), einem Schüler Försters, wurde dasselbe noch näher beschrieben. Zahlreiche Neuerungen und Verbesserungen wurden wiederum an diesem vorgenommen, die jedoch, zum grossen Teil wenigstens, durch andere Nachteile aufgehoben werden, die sie mit sich bringen. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Perimeter findet man in dem Lehrbuch von Baas (41, p. 18—22).

Obwohl schon eine grosse Literatur über Gesichtsfeldmessung vorhanden ist, so gibt es doch nur wenige Tabellen über die vorgefundenen Werte normaler Augen. Zweck dieser Arbeit soll es nun sein, möglichst genaue Angaben der an gesunden Augen intellegenter Menschen gefundenen Aussengrenzen des Gesichtsfeldes tabellarisch zusammenzustellen. Ganz

absolut genaue Werte wird man nie finden, wie ich glaube, „sei es auch nur aus dem Grunde", wie Ole Bull (29, p. 82) sagt, „dass die subjektiven Zustände so variabel sind."

Ich hatte Gelegenheit 11 Augen zu untersuchen, und zwar von folgenden Personen, die sich mir bereitwilligst zur Verfügung stellten, weshalb ich ihnen zu Dank verpflichtet bin:

1. cand. jur. H., 25 J.:
l. Auge — 1,5 D, S = $^5/_5$,
r. Auge Emmetropie, S = $^5/_5$ Augenhintergrund normal.
2. cand. phil. L. 25 J.:
l. Auge Emmetropie, S = $^5/_4$,
r. Auge „ S = $^5/_4$ Augenhintergrund normal.
3. Arzt O., 34 J.:
l. Auge cyl. — 1,0 D ⌓ Achse horizontal, S = $^5/_5$.

Am Sehnerven nach aussen ein sichelförmiges, etwa $^1/_4$ papillendurchmesser breites hinteres Staphylom.

4. stud. jur. N., 20 J.:
l. Auge Emmetropie, S = $^5/_4$,
r. Auge „ S = $^5/_4$. Augenhintergrund normal.
5. stud. jur. V., 20 J.;
l. Auge — 1,0 D, S = $^5/_5$,
r. Auge Emmetropie, S = $^5/_5$. Augenhintergrund normal.
6. stud. jur. M., 19 J.:
l. Auge Emmetropie, S = $^5/_4$,
r. Auge „ S = $^5/_4$.

Augenhintergrund: an beiden Sehnerven schmale sichelförmige hintere Staphylome nach aussen.

Den Refraktionszustand und den Augenhintergrund nachzuprüfen hatte Herr Professor Dr. Groenouw die grosse Liebenswürdigkeit, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Da die zu untersuchenden Personen sämtlich Akademiker waren, die selbst Interesse an den Untersuchungen hatten, so waren von diesen recht genaue Angaben zu erwarten. Dieselben hatten alle ein gutes Farbenunterscheidungsvermögen.

Vor jeder Untersuchung wurde immer die Sehschärfe festgestellt. Die Untersuchungen fanden in den Monaten März und April in der Mittagszeit zwischen $^1/_2$12—2 Uhr statt. Die gefundenen Perimeterwerte wurden in das Schema aufgezeichnet, das Förster in der 37. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Karlsbad 1862 vorgelegt hat. Auf der 15. Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft zu Heidelberg im Jahre 1883 hat Förster auch über das Kartennetz zur Eintragung des Gesichtsfeldes gesprochen. Dieselben sind wie Polarkarten angelegt; der Fixationspunkt bildet (wie jetzt wohl allgemein üblich) die Mitte, um ihn herum sind in gleichem Abstand von 10 Grad Ringe aufgezeichnet, welche von Meridianen geschnitten werden. Meinen Untersuchungen sind Meridiane von 30 Grad zu je 30 Grad zu Grunde gelegt. Die Nummerierung beginnt oben und geht dann nach aussen weiter, sodass also beim rechten Auge die Zählung rechtsherum, beim linken Auge linksherum geht. Das linke Schema bildet also das Spiegelbild des rechten. Ausserdem ist noch das kleinste noch normale Gesichtsfeld für ein weisses Papierquadrat von 5 mm Seitenlänge eingezeichnet. Diese Försterschen Schemata werden wohl jetzt allgemein verwandt. Groenouw (38, p. 84) schreibt am Schlusse seines Werkes folgendes über diese: „Von den jetzt noch gebräuchlichen 4 Kartennetzen ist das Förstersche dasjenige, welches den theoretischen und praktischen Anforderungen am besten entspricht. Es ist daher dringend zu wünschen, dass alle anderen Schemata recht bald zugunsten des Försterschen verlassen werden, damit in dieser Beziehung die so notwendige Einigkeit erzielt wird.“

Die Untersuchungen selbst wurden an dem Försterschen Perimeter vorgenommen; dieser ist leicht zu handhaben und ausserdem erzielt man durchaus zuverlässige Resultate mit ihm. Absolute Werte wird man doch nie erzielen, da zwar das Perimeter an sich allen Anforderungen entspricht, aber der Untersuchte selbst infolge seiner Intellegenz oder anderer Umstände wegen, die noch später Gegenstand der Besprechung sein werden, Anlass zu fehlerhaften, oder doch wenigstens ungenauen Angaben Anlass gibt.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Bestimmung der Aussengrenzen für weiss, blau, rot und grün. Es wurden dazu farbige Tücher benutzt von einem Quadratzentimeter Grösse, wie sie auch in der Breslauer Universitätsaugenklinik benutzt werden. Diese Farben waren matt und hatten durchaus keinen Glanz, wie es wohl von allen Untersuchern gefordert wird. So hält es auch Aubert (7, p. 39) für „notwendig, dass das farbige Papier matt ist, . . . weil man sonst einen sehr störenden Glanz als Lichtreflex bekommt, der nicht von der Farbe, sondern von der spiegelnden Eigenschaft der Oberfläche herrührt und die Erkennung der Farbe sehr beeinträchtigt.“ Auch Woinow (14, p. 212) untersuchte mit „pigmentierten Papierflächen“, welche . . . „durchaus keinen Glanz hatten.“ Ebenso benutzte Leber (11, p. 29) zur Prüfung des Farbensinnes verschieden gefärbte, matte Papiere. Auch Hess (45, p. 2) benutzte farbige Papiere mit matter Oberfläche. Diese Tücher waren auf schwarzem Sammet befestigt, der wieder auf einem schwarzen Brettchen befestigt war, das zugleich als Griff diente (Webersche Stäbe). Es wurde also nicht ein Perimeter mit Schlitten und Schurlauf benutzt, sondern die Objekte wurden mit der Hand geführt und zwar unter ganz leichten, oscillierenden Bewegungen. Emil Hegg (34, p. 166) schob bei seinen Untersuchungen ebenfalls das Objekt in kleinen, oscillierenden

Bewegungen auf dem Perimeterbogen vor. Da die Netzhautperipherie für Bewegungen sehr empfindlich ist, wie Exner (31, p. 217) und Aubert (32, p. 365) nachwiesen, so ist anzunehmen, dass das Erkennen bedeutend erleichtert wurde. Auch Groenouw (35, p. 98) weist darauf hin, dass das Objekt früher und deutlicher wahrgenommen wird, wenn man kleine Bewegungen mit ihm macht. Kirschmann (48, p. 593) weist ebenfalls darauf hin, dass „die Empfindlichkeit für die Wahrnehmung von Bewegungen . . . in den peripheren Regionen grösser ist."

Da der Untersuchte namentlich nach unten durch seinen eigenen Körper das Perimeter stark beschattet, so muss man die Stellung des Apparates öfters wechseln, ein Umstand, der sowohl von dem Untersucher wie von dem Untersuchten sehr störend empfunden wird. Kirschmann (48, p. 600) benutzte bei seinen Untersuchungen kein Perimeter, „weil er diese Einrichtung für völlig unzulänglich hielt, die sie eine Konstanthaltung der Stärke der Beleuchtung völlig unmöglich macht." Einigermassen vermeiden lässt sich dieser Umstand, wenn man das Perimeter zwischen zwei Fenstern aufstellt. Daher ist vorgeschlagen worden, statt des Objektes, das Auge am Perimeterbogen entlang zu führen, während das Objekt in der Mitte feststeht. Doch habe ich diese Methode nicht angewandt, indem ich mich der Meinung Ole Bulls (29, p. 81) anschloss, der darüber folgendes schreibt: „In gewissen Stellungen wird das Perimeter durch den eigenen Körper des Individuums bebeschattet, was nur zu vermeiden wäre, wenn man die Stellung des Perimeters zum Licht fortwährend verändert. Sucht man diesen Fehlerquellen dadurch zu entgehen, dass man mit Dobrowolsky und Gaine (Pflügers Archiv B. XII), denen sich Chodin angeschlossen hat, das Objekt in Ruhe bleiben lässt, dagegen das Auge bewegt, so wird man . . . doch immer

noch fehlerhafte Resultate erhalten, weil es auch bei der grössten Uebung nicht möglich ist, sich davor zu bewahren, dass das Auge nicht an dem intendierten Fixationspunkt vorbeizielt." Nach Baas (41. p. 25) hat Landolt (Perioptometrie in Gräfe Sämischs Handbuch III) ebenfalls vorgeschlagen, das Auge am Perimeterbogen entlang zu führen und das Objekt in der Mitte zu belassen. Auch Emil Hegg (34, p. 165) hält „diese Methode entweder für den Patienten sehr ermüdend, da von ihm die bekannten, kleinen ruckweisen Augenbewegungen verlangt werden, oder aber sehr ungenau, wenn der Patient seine Augenmuskeln nicht genügend in der Gewalt hat, er wird öfter die Perimetergrenzen mit unwillkürlichen, grösseren Bewegungen gleichsam überhüpfen."

Die Objekte wurden also von der Peripherie nach dem Zentrum zu verschoben, weil bei umgekehrtem Verhalten, nämlich bei zentrifugaler Führung des Objektes, die einmal gewonnene Wahrnehmung länger festgehalten wird.

Dadurch erhält man in der Tat ein wesentlich grösseres Gesichtsfeld, wie auch ich mich überzeugen konnte. Im allgemeinen wurde die Methode angewandt, dass ein dem Untersuchten vorher gezeigtes Pigment am Perimeterbogen entlang geführt wurde. Wenn auch die andere Methode, dem Untersuchten unbekannte Farbenfelder zu nähern, vielleicht etwas genauere und objektiv zuverlässigere Resultate liefern mag, so ist dieses Verfahren doch so zeitraubend und für den Untersuchten so ermüdend, dass ich nur in ganz besonderen Fällen dieses Verfahren anwendete.

Während nun Woinow (14) und Rühlmann (18) bei ihren Untersuchungen den Punkt angeben liessen, wo die Farbe saturiert erschien, mussten die Untersuchten bei mir den Punkt angeben, wo von ihnen der ihnen bekannte vorgezeigte Farbenton zuerst wahrgenommen wurde. Diese Methode ist wohl jetzt

die allgemein übliche. Auch für vorliegenden Fall scheinen mir Chodins (26, p. 178) Worte passe: „Die Empfindlichkeit des Auges für Farben muss auf dieselbe Weise bestimmt werden, wie die Empfindlichkeit der anderen Sinnesorgane und die der verschiedenen chemischen und physikalischen Apparate, d. h. durch das Minimum des Reizes, oder im gegebenen Falle durch das Minimum der objektiven Farbe, welches noch imstande ist, im Auge eine Farbenempfindung hervorzurufen."

Wie aber schon oben erwähnt, wird man jedoch nie eine ganz genaue, sichere Grenzbestimmung erreichen. Ich möchte hier dieselben Worte gebrauchen wie Aubert und Förster (6, p. 17 und 18) bei der Besprechung, wenn zwei Punkte als distinkte Sinneseindrücke aufzufassen sind, da sie auch für die vorliegenden Verhältnisse sehr treffend sind. Es ist lediglich der persönlichen Objektivität und Urteilsfähigkeit überlassen, wann der Untersuchte eine Farbe als erkannt angeben will oder nicht. Um zu ermessen, wie schwer es oft ist, anzugeben, ob man die Farbe erkennt oder nicht, möge man sich hierbei an das Webersche Experiment mit den Zirkelspitzen erinnern. Auch hierbei fällt es oft sehr schwer, zu entscheiden, ob man zwei Spitzen fühlt oder nicht, obwohl der Untersuchende an sich selbst Kontrollversuche vornehmen kann. Der zu Untersuchende muss sich ein gewisses Schema bilden, wann er eine Farbe als erkannt angeben will, das ja oft willkürlich sein kann; aber man erhält so eine grössere Genauigkeit in allen Untersuchungen, was umso wichtiger ist, als es sich nicht um absolute Bestimmungen handeln kann (wie schon oben erwähnt), sondern um vergleichende und vergleichbare Bestimmungen.

Im folgenden teile ich die Ergebnisse der Untersuchungen mit. Zuerst sind die Resultate der Untersuchungen jedes einzelnen Auges mitgeteiit, die ich dann noch einmal nach den ein-

zelnen Farben zusammengefasst habe. Um eine bessere Uebersichtlichkeit zu gewinnen, habe ich unter den Durchschnitten noch die grössten und kleinsten Zahlenwerte zusammengestellt. Bei Fall 2 und 4, ebenso wie bei Fall 6 rechtes Auge sind unter folgenden Graden: 20, 150, 180, 330, keine Zahlenwerte für weiss angegeben. Dies liegt daran, dass in diesen Fällen die Untersuchungen aus Gründen, die noch später erörtert werden, sich auf andere Grade erstreckten. Ebenso ist bei Fall VI rechtes Auge kein Resultat für grün angegeben, da ich äussererer Umstände halber leider nicht mehr diese Farbe untersuchen konnte.

1. cand. jur. H. l. Auge — 1,5 D, S = $^5/_5$.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	62	68	89	96	95	87	75	63	60	60	62	60
blau	47	52	67	80	79	75	62	53	49	49	49	47
rot	41	45	58	70	71	63	54	48	45	43	44	43
grün	31	34	43	59	59	52	42	35	33	33	33	33

r. Auge, Emmetropie, S = $^5/_5$

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	60	68	83	97	96	86	74	67	63	61	63	60
blau	48	55	64	78	78	73	58	51	52	50	50	50
rot	43	48	54	70	69	63	52	49	47	45	46	44
grün	32	35	42	56	56	50	42	39	36	34	34	32

2. cand. phil. L. l. Auge, Emmetropie S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	61	*	89	96	93	*	76	*	62	62	63	*
blau	48	52	63	76	76	69	58	52	50	50	50	50
rot	40	47	57	64	64	58	50	47	44	43	45	44
grün	29	34	44	59	59	52	44	38	34	34	32	31

r. Auge, Emmetropie S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	59	*	83	92	91	*	72	*	60	60	61	*
blau	47	53	65	78	78	68	58	55	52	49	49	48
rot	42	49	58	67	67	61	52	48	46	44	44	43
grün	33	37	43	58	58	50	42	38	36	35	35	34

3. Arzt O. l. Auge cyl. — 1,0 D ⊂ Achse horizontal, S = 5/5.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	58	66	82	91	92	87	72	62	60	61	62	59
blau	46	52	62	78	78	67	56	49	46	46	46	46
rot	41	46	54	69	69	58	48	44	43	41	42	42
grün	30	34	45	57	57	48	43	39	36	33	32	32

*) In diesen Fällen wurden den Untersuchungen die Meridiane von je 20 Grad zu je 20 Grad zugrunde gelegt, aus Gründen, die noch später Gegenstand der Besprechung werden.

4. stud. jur. N. l. Auge, Emmetropie, S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	60	*	86	95	93	*	71	*	60	60	61	*
blau	50	58	68	84	84	77	67	55	53	53	53	52
rot	47	50	58	68	68	63	56	50	49	50	48	46
grün	39	43	51	58	58	55	48	44	42	40	41	39

r. Auge, Emmetropie, S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	63	*	89	98	97	*	76	*	62	62	62	*
blau	51	56	66	80	82	74	65	53	51	50	50	49
rot	46	48	55	66	66	61	55	50	48	48	48	47
grün	40	44	51	60	60	57	51	46	44	44	44	43

5. stud. jur V. l. Auge — 1,0 D, S = 5/5.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	61	68	84	93	93	82	71	63	60	60	60	59
blau	49	58	68	82	82	76	63	56	55	53	54	51
rot	45	50	60	69	69	62	57	53	48	48	48	46
grün	38	45	54	62	62	57	53	49	46	45	44	40

*) vergleiche Anmerkung auf p. 15.

r. Auge, Emmetropie, S = 5/5.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	60	68	84	94	93	86	72	68	60	60	62	60
blau	49	53	66	82	81	75	63	56	54	52	52	51
rot	45	48	58	69	68	62	57	52	48	47	48	46
grün	39	43	51	60	60	57	51	46	44	44	44	43

6. stud. jur. M. l. Auge, Emmetropie, S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	60	68	86	93	91	86	71	65	61	61	61	60
blau	48	55	68	79	79	73	65	54	51	50	51	50
rot	44	51	58	68	67	62	58	52	48	47	47	46
grün	39	45	53	60	60	56	54	48	44	42	43	40

r. Auge, Emmetropie, S = 5/4.

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
weiss	64	*	89	99	98	*	77	*	63	62	63	*
blau	48	56	63	81	81	73	64	55	54	54	52	50
rot	45	50	58	70	68	62	57	52	50	49	49	47
grün[1]												

*) vide Anmerkung p. 15.

[1]) äusserer Umstände wegen konnte das Gesichtsfeld für diese Farbe nicht mehr aufgenommen werden.

Zusammenstellung der einzelnen Resultate:

für weiss

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1. l. Auge	62	68	89	96	95	87	75	63	60	60	62	60
r. Auge	60	68	83	97	96	86	74	67	63	61	63	60
2. l. Auge	61	*	89	96	93	*	76	*	62	62	63	*
r. Auge	59	*	83	92	91	*	72	*	60	60	61	*
3. l. Auge	58	66	82	91	92	87	72	62	60	61	62	59
4. l. Auge	60	*	86	95	93	*	71	*	60	60	61	*
r. Auge	63	*	89	98	97	*	76	*	62	62	62	*
5. l. Auge	61	68	84	93	93	82	71	63	60	60	60	59
r. Auge	60	68	84	94	93	86	72	68	60	60	62	60
6. l. Auge	60	68	86	93	91	86	71	65	61	61	61	60
r. Auge	64	*	89	99	98	*	77	*	63	62	63	*
Durchschnitt	$60^{8}/_{11}$	$67^{4}/_{6}$	$85^{9}/_{11}$	$94^{10}/_{11}$	$93^{9}/_{11}$	$85^{4}/_{6}$	$73^{4}/_{11}$	$64^{4}/_{6}$	61	$60^{9}/_{11}$	$61^{9}/_{11}$	$59^{4}/_{6}$
engste Angaben:	58	66	82	91	91	82	71	62	60	60	60	59
weiteste Angaben:	64	68	89	99	98	87	77	68	63	62	63	60

* vide Anmerkung auf Seite 15.

Zusammenstellung der einzelnen Resultate:

für blau

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1. l. Auge	47	52	67	80	79	75	62	53	49	49	49	47
r Auge	48	55	64	78	78	73	58	51	52	50	50	50
2. l. Auge	48	52	63	76	76	69	58	52	50	50	50	50
r. Auge	47	53	65	78	78	68	58	55	52	49	49	48
3. l. Auge	46	52	62	78	78	67	56	49	46	46	46	46
4. l. Auge	50	58	68	84	84	77	67	55	53	53	53	52
r. Auge	51	56	66	80	82	74	65	53	51	50	50	49
5. l. Auge	49	58	68	82	82	76	63	56	55	53	54	51
r. Auge	49	53	66	82	81	75	63	56	54	52	52	51
6. l. Auge	48	55	68	79	79	73	65	54	51	50	51	50
r. Auge	48	56	63	81	81	73	64	55	54	54	52	50
Durchschnitt	$18^{3}/_{11}$	$54^{6}/_{11}$	$65^{5}/_{11}$	$79^{5}/_{11}$	$79^{5}/_{11}$	$72^{8}/_{11}$	$61^{2}/_{11}$	$53^{6}/_{11}$	$51^{7}/_{11}$	$50^{6}/_{11}$	$50^{6}/_{11}$	$49^{5}/_{11}$
engste Angaben:	46	52	62	76	76	67	56	49	46	46	46	46
weiteste Angaben:	51	58	68	84	84	77	67	56	55	54	54	52

Zusammenstellung der einzelnen Resultate:

für rot:

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1. l. Auge	41	45	58	70	71	63	54	48	45	43	44	43
r. Auge	43	48	54	70	69	63	52	49	47	45	46	44
2. l. Auge	40	47	57	64	64	58	50	47	44	43	45	44
r. Auge	42	49	58	67	67	61	52	48	46	44	44	43
3. l. Auge	41	46	54	69	69	58	48	44	43	41	42	42
4. l. Auge	47	50	58	68	68	63	56	50	49	50	48	46
r. Auge	46	48	55	66	66	61	55	50	48	48	48	47
5. l. Auge	45	50	60	69	69	62	57	53	48	48	48	46
r. Auge	45	48	58	69	68	62	57	52	48	47	48	46
6. l. Auge	44	51	58	68	67	62	58	52	48	47	47	46
r. Auge	45	50	58	70	68	62	57	52	50	49	49	47
Durchschnitt:	$43\,^{6}/_{11}$	$48\,^{4}/_{11}$	$57\,^{1}/_{11}$	$68\,^{3}/_{11}$	$67\,^{9}/_{11}$	$61\,^{4}/_{11}$	$54\,^{2}/_{11}$	$49\,^{6}/_{11}$	$46\,^{10}/_{11}$	$45\,^{10}/_{11}$	$46\,^{3}/_{11}$	$44\,^{10}/_{11}$
engste Angaben:	40	45	54	64	64	58	48	44	44	41	42	42
weiteste Angaben:	47	51	60	70	71	63	58	53	50	50	49	47

Zusammenstellung der einzelnen Resultate:

für grün

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1. l. Auge	31	34	43	59	59	52	42	35	33	33	33	33
r. Auge	32	35	42	56	56	50	42	39	36	34	34	32
2. l. Auge	29	34	44	59	59	52	44	38	34	34	32	31
r. Auge	33	37	43	58	58	50	42	38	36	35	35	34
3. l. Auge	30	34	45	57	57	48	43	39	36	33	32	32
4. l. Auge	39	43	51	58	58	55	48	44	42	40	41	39
r. Auge	40	44	51	60	60	57	51	46	44	44	44	43
5. l. Auge	38	45	54	62	62	57	53	49	46	45	44	40
r. Auge	39	43	51	60	60	57	51	46	44	44	44	43
6. l. Auge	39	45	53	60	60	56	54	48	44	42	43	40
Durchschnitt	35	$38\,^{6}/_{10}$	$47\,^{7}/_{10}$	$58\,^{9}/_{10}$	$58\,^{9}/_{10}$	$53\,^{4}/_{10}$	47	$42\,^{2}/_{10}$	$39\,^{5}/_{10}$	$38\,^{4}/_{10}$	$38\,^{2}/_{10}$	$36\,^{7}/_{10}$
engste Angaben:	29	34	42	56	56	48	42	35	33	33	32	31
weiteste Angaben:	40	45	54	62	62	57	54	49	46	45	44	43

Aus den Tabellen ist zu erkennen, dass die Aussengrenzen des Gesichtsfeldes für weiss weiter sind wie die für die blau, diese wieder weiter, wie die von rot, und diese wieder weiter wie die von grün. Drott (36, p. 32) gibt dagegen an, dass rot die engsten Aussengrenzen besitzt. Ole Bull (40, p. 15 und 16) findet ebenfalls, „dass zwischen den zwei letzten Farben (rot und grün sind gemeint) der Unterschied so gering ist, dass er für die Praxis so gut wie gar nicht existiert. In der Regel findet man jedoch, dass die Grenze von rot die von grün nach aussen und nach unten etwas überschreitet, während nach innen und nach oben das Entgegengesetzte der Fall ist, wenn auch hier in noch geringerem Grade.“ Im Archiv für Ophthalmologie schreibt er (29, p. 144) nochmals, dass als allgemeine Regel aufzustellen sei, dass die Grenzen für rot und grün zusammenfallen. Hess (45, p. 61) findet, dass die Grenzen für rot und grün zusammenfallen, ebenso wie die von blau und gelb; er schreibt nämlich: „Der Rotsinn nimmt auf den einzelnen Netzhautradien mit der Excentricität der Netzhautstellen in genau demselben Masse ab, wie der Grünsinn, der Gelbsinn ebenso wie der Blausinn“; dasselbe schreibt er auf p. 39. Der Rotgrünsinn nimmt aber vom Zentrum nach der Peripherie zu viel rascher ab, als der Blaugelbsinn. Dasselbe Ergebnis ist auch aus den Versuchen zu ersehen, die er p. 3 u. 4 schildert. Ebenso finden wir auf p. 12, dass „das Vermögen der Gelb- und Blauempfindung viel langsamer abnimmt, als jenes der Rot- und Grünempfindung.“ Nach Klug (24, p. 268 u. 285) ist die Rotgrenze kleiner als die für grün, die äusserste Grenze bildet blau. Auch nach Krükow (21, p. 279) sind „die Grenzen am engsten für rot, breiter für grün und blau, wobei sie einander nicht völlig umschliessen, sondern sich stellenweise kreuzen.“ Die meisten Untersuchungen jedoch stimmen mit den meinigen überein. So schreibt Treitel (28, p. 3) „da die

zahlreichen Untersuchungen des peripheren Farbensinnes darin übereinstimmen, dass bei gleicher Grösse blau weiter nach der Peripherie als rot und grün, rot weiter als grün . . . . . im richtigen Farbentone erkannt werden . . . . . ". Schön (23, p. 9) gibt ebenfalls als normale Verhältnisse an, dass die Empfindung für blau am weitesten nach aussen reicht, nach innen folgt dann rot, und dann grün. Auch Schirmer (19, p. 199) findet, „dass das kleinste Farbenfeld grün hat, ... dann folgt rot . . . . . am grössten ist das Feld für blau." Ebenso fand Kirschmann, der zu seinen Versuchen reine Spektralfarben benutzte (48, p. 597) übereinstimmend, dass „blau am weitesten nach aussen noch erkannt wurde . . . . . , sodann rot. Grün wurde meist viel später als rot erkannt." Er macht darauf aufmerksam, dass (48, p. 599 und 613) „die Grenzen für rot und grün ebensowenig zusammenfallen, wie die von blau und gelb." Schon Volkmann (2, p. 86) findet, dass „bei Bewegungen eines farbigen Körpers im Kreise von aussen nach vorn man am zeitigsten weiss bemerkt, dann blau, rot, grün und zwar in der hier angeführten Ordnung." Eine wichtige Rolle spielt der Farbenton des grün für die Farbengrenzen. Tschermak (47, p. 559) findet auf Grund seiner methodisch ausgeführten Versuche, dass das Farbloserscheinen von sogenannten farbigen Lichtern im indirekten Sehen von bestimmten Bedingungen abhängt, unter anderen auch (p. 561) von dem Grade der Sättigung, der Beschaffenheit des Grundes und auch (p. 562) von der variablen Erregbarkeit des Sehorganes.

Die Gesichtsfeldgrenzen waren ziemlich gut koncentrisch, weichen aber doch etwas vom Parallelismus ab. Es ist aber notwendig, eine Menge von Umständen zu berücksichtigen, die auf das Resultat der Untersuchung zum Teil von grossem Einfluss sind. „Die genaue Gesichtsfeldaufnahme . . . . . war stets eine sehr zeitraubende Untersuchung, welche viel Auf-

merksamkeit und Geduld beanspruchte, sowohl von seiten des Untersuchten, als auch von seiten des Untersuchenden", so schreibt Weiss in seiner Einleitung (43, p. 1), und ich kann es nur bestätigen. So fällt es namentlich schwer, den Punkt zu bestimmen, wo eine Farbe als solche erkannt wird, wie es auch Klug (24, p. 257) und Aubert (7, p. 43) bestätigen. Beide setzen eine gewisse Uebung voraus (wodurch allerdings wieder die Grenzen weiter hinausgeschoben werden) und trotzdem kamen ihnen (Klug 24, p. 257 und Aubert 8, p. 120) Schwankungen des Urteils vor. Auch Groenouw (35, p. 86) weist auf die enorme Schwierigkeit hin, genau anzugeben, wo man ein Objekt peripher deutlich erkennt, wo nicht.

Wie schon oben erwähnt, muss sich der Untersuchte ein gewisses Schema bilden, wenn er eine Farbe als erkannt angeben will (er muss „eine gewisse Usance in der Beurteilung dessen" gewinnen „was er für farbig oder farblos zu halten hat", wie Aubert [8, p. 120] schreibt), damit man hinreichend übereinstimmende Resultate erzielen kann. Daher ist es notwendig, dass sowohl der Untersuchte wie der Untersuchende erst eine gewisse Uebung erlangt, um allen diesen Umständen Rechnung tragen zu können. So erinnert auch Salomonsohn (37, p. 9) daran, „dass die Prüfung des Gesichtsfeldes am Perimeter recht hohe Ansprüche stellt nicht allein an die Intellegenz des Untersuchten, sondern auch an seine Geduld und seine Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zugleich auf mehrere Punkte zu richten. Nicht nur das Perimetrieren, auch das Perimetriertwerden will gelernt sein, denn es ist nicht ganz leicht, ein feines oder ziemlich feines Objekt scharf zu fixieren, immer darauf zu achten, dass man von diesem Fixationspunkt sein Auge nicht abschweifen lässt, und gleichzeitig sich Rechenschaft zu geben über Eindrücke und relativ geringe Reize, welche die Peripherie der Netzhaut treffen. Wieviel

Menschen gehen auf der Strasse an uns vorüber, ohne dass wir sie überhaupt bemerken, weil wir geradeaus sehen! Man kann sich die Schwierigkeit geteilter Aufmerksamkeit selbst leicht vorführen, wenn man den Versuch macht, sich der physiologischen Doppelbilder bewusst zu werden. Wenn man einen entfernten Gegenstand, z. B. eine Laterne (mit beiden Augen) fixiert, so sieht man bekanntlich die näher gelegenen Objekte doppelt. Wie wenig Menschen werden sich, selbst wenn sie sich Mühe geben, es zu bemerken, dessen bewusst; wie vielen gelingt es selbst dann nicht, wenn sie sich die Aufgabe dadurch gewaltig erleichtern, dass sie während der Fixation des entfernten Gegenstandes einen Bleistift dicht vor der Nase halten. Ebenso wird jeder beim Schiessen an sich beobachten können, dass er in dem Momente, wo er seinen Zielpunkt scharf auf's Korn nimmt, von der nächsten Umgebung, neben ihm stehenden Personen etc. keine Warnehmung hat, weil das zentralfixierte Visier und Ziel für den Moment die Aufmerksamkeit völlig absorbiert.“ In diesen Ausführungen ist darauf hingewiesen, dass das Fixieren beim Perimetrieren nicht so leicht ist, wie es vielleicht zuerst den Anschein hat. Namentlich in der ersten Zeit ist der zu Untersuchende zu leicht geneigt, dem sich nähernden Objekte mit dem Auge entgegen zu eilen, vor allem bei grün und rot, deren Grenzbestimmung die meiste Schwierigkeit macht, wie auch Drott für grün wenigstens (36, p. 17) bestätigt. Bei Hering (33, p. 4) finden wir geschrieben, dass mehr oder weniger auch beim sogenannten festen Fixieren unwillkürliche kleine Bewegungen vorhanden sind. Auch Aubert und Förster (6, p. 2) finden, „dass ein absolutes Ruhighalten des Auges sehr schwer ist, wenn wir die Intention haben, einen Gegenstand, der relativ weit von der Sehachse entfernt liegt, zu erkennen“, und p. 17, dass ein ruhiges Fixieren erst gelernt werden muss. Ebenso weist

Krükow (21, p. 270 und 271) auf die Schwierigkeit hin, einen Punkt längere Zeit zu fixieren und setzt zugleich eine gewisse Uebung dazu voraus. Kirschmann macht (48, p. 601) ebenfalls auf die „physische und psychische Anstrengung“ längeren Fixierens aufmerksam; ebenso erinnert er (p. 603) daran, dass die „bewusste Beobachtung im indirekten Sehen auch dem jahrelang Geübten noch mancherlei Schwierigkeiten bietet“. Schon Volkmann (2, p. 187) hat auf die Schwierigkeit des Fixierens hingewiesen, indem er schreibt: „Wenn ich mit einem Auge einen Punkt fixierte, und dann einem anderen zur Seite gelegenen Punkte meine Aufmerksamkeit zuwendete, so wurde dieser allerdings allmählich deutlicher, aber bei einigen Versuchen wenigstens war es unverkennbar, dass mittlerweile das Auge sich gedreht und dem zweiten Punkte in etwas zugewendet hatt.“ Tatsächlich macht auch oft das Auge, dem Untersuchten selbst unbewusst Bewegungen, ein Umstand, der auf die Grenzbestimmung einer Farbe von wesentlichem Einfluss ist.

Aber auch die Ermüdbarkeit des Auges durch das Experiment selbst hat einen wesentlichen Einfluss auf das Resultat der Untersuchungen. Wenn das Auge durch längeres Perimetrieren schon ermüdet ist, kann man nämlich feststellen, dass die Angaben sehr ungenau werden und oft bis zu 10 Grad und darüber in derselben Minute schwanken. Zum teil mag auch dabei schlechtes Fixieren und Nachlassen der Aufmerksamkeit eine Rolle spielen. Leber (11, p. 29 und 30), der zur Prüfung des Farbensinnes verschieden gefärbte, am besten matte Papiere benutzte, welche die Untersuchten benennen und sortieren mussten, konstatierte ebenfalls, dass die zu Untersuchenden leicht ermüdeten und nur kurze Zeit geprüft werden konnten. Auch Klug (24, p. 256) gönnte „nach jeder Beobachtung dem Auge Ruhe, damit sein Urteil durch Ermüdung . . .

nicht irre geleitet werde.“ Dobrowolsky (30, p. 16) findet, dass „auf der Peripherie viel früher als im Zentrum Ermüdung der Netzhaut eintritt.“ Auch Aubert (7, p. 56) schien es nach seinen Untersuchungen bewiesen, dass die seitlichen Teile der Retina weit schneller für die Farben ermüden, als die zentralen. Ebenso schreibt Krükow (21, p. 271 und 272), dass die Peripherie der Netzhaut sehr bald ermüdet und dass die Grenzen enger werden, als sie in Wirklichkeit sind und dass mit dem Experimentieren aufzuhören ist, sobald sich Ermüdung zeigt. Weiss (43, p. 2) hörte auch mit der Aufnahme des Gesichtsfeldes auf, wenn die betreffende Person Ermüdung zeigte. Hess (45, p, 18) machte zwischen jeder Beobachtung eine Pause, um das Auge wieder ausruhen zu lassen. Tschermak (47, p. 561 und 563) findet ebenfalls, „dass die Netzhautperipherie für farbige Erregung hochgradig ermüdbar ist.“

Ferner kommt es oft vor, dass der Untersuchte von der Helligkeit auf den Ton der Farbe Schlüsse zieht. So fand ich hin und wieder, dass der Untersuchte (namentlich wenn er ermüdet war) den ersten Helligkeitsschein als Farbe angab. In diesem Falle wurde also das Gesichtsfeld für die betreffende Farbe bedeutend grösser. Ich überzeugte mich von der Unrichtigkeit der Angaben in diesem Falle dadurch, dass ich das andere Verfahren einschlug, nämlich den Untersuchten unbekannte Farben zu nähern und dieselben zu wechseln. Dabei stellten sich die fehlerhaften Angaben heraus und es zeigte sich, dass das Gesichtsfeld in Wirklichkeit eher enger wurde, aber nicht grösser, wie es bei oberflächlicher Untersuchung hätte scheinen können. Kirschmann (48, p. 604) schreibt, dass es „kaum auszuschliessen ist, dass man durch die Helligkeit des Objektes schon etwas geleitet wird.“

Ferner spielt das Allgemeinbefinden und die augenblickliche Disposition des zu Untersuchenden ebenfalls eine grosse

Rolle bei der Gesichtsfeldaufnahme. Nach Baas (41, p. 38) ist „zum Zustandekommen eines normalen Gesichtsfeldes, abgesehen von der Gesundheit des optischen Gesamtapparates notwendig, dass eine Anzahl geistiger und körperlicher Bedingungen in richtiger Weise erfüllt werden. Jede Gesichtsfeldaufnahme stellt für den zu Untersuchenden eine körperliche und geistige Leistung dar, die nur vollkommen vollbracht werden kann, wenn insbesondere die psychische Tätigkeit dabei in gehöriger Weise mitwirkt. Das Gesichtsfeld kann in gewisser Beziehung als ein Reagenz auf das Verhalten der Psyche betrachtet werden, auf deren pathologische Zustände es in mannigfacher Weise antwortet.“ Auch Kirschmann (48, p. 603) weist darauf hin, dass die Psyche bei „Beobachtungen von Gesichtseindrücken“ eine bedeutende Rolle spielt. Donders (27, p. 259) schreibt ebenfalls: „So ist der Spielraum, den man“ bei verschiedenen Graden „verzeichnet findet, nur abhängig von der Gemütsstimmung, bei der die Messungen an verschiedenen Tagen und Stunden gemacht wurden.“ Dass in der Tat das psychische Moment eine sehr grosse Rolle bei der Gesichtsfeldaufnahme spielt, konnte ich ebenfalls konstatieren. Bei einem Herrn waren eine zeitlang die Angaben so ungenau und schwankend, dass ich dieselben nicht gebrauchen konnte. Ich wunderte mich darüber sehr, da derselbe in der ersten Zeit sehr brauchbare Angaben machte. Erst später (nachdem die Untersuchungen schon längst abgeschlossen waren) erfuhr ich, dass derselbe in dieser Zeit schwere seelische Erregungen durchzumachen hatte. Wenn Drott (36, p. 25) nach Exzessen in alcoholo unbrauchbare Resultate erhielt, so kann ich dies nur bestätigen.

Ferner ist darauf zu achten, dass dem Untersuchten nicht zu schnell, aber auch nicht zu langsam die Farben genähert werden, denn im ersten Falle wird der Grenzpunkt zu schnell überschritten, wo dem Untersuchten der Farbenton erscheint;

im letzteren Falle dagegen wird der zu Untersuchende zu stark ermüdet, seine Aufmerksamkeit erlahmt, namentlich, wenn er in so vielen Meridianen untersucht wird, wie es bei mir geschah. Mehr wie eine Farbe konnte ich nicht hintereinander untersuchen, und es mussten noch öfters längere Pausen dazwischen eingeschaltet werden.

Ausserdem sind noch einige andere Punkte zu berücksichtigen. So bildet ein nicht unbedeutendes Hindernis für eine exakte Gesichtsfeldaufnahme die das Auge umgebenden Teile des Gesichtes, wie herabhängende oder wulstige Augenlider, sehr starke Augenbrauen und tief liegende Augen. Wenn man diese Umstände nicht genau berücksichtigt, so wird man niemals ein richtiges Gesichtsfeld finden, dasselbe wird stets kleiner sein. Nach Dobrowolsky (16, p. 160) haben schon Thomas Young und Purkinje als Ursache der Beschränkung des Gesichtsfeldes die umgebenden Gesichtsteile beschuldigt und zwar besonders die Orbitalränder, Lider und die Nase. Daher ist es notwendig, darauf zu achten, dass je nach den Umständen sowohl der Kopf etwas in den Nacken geworfen wird, als auch dass das obere Augenlid etwas gehoben wird oder die Augenspalte etwas auseinander gezogen wird, kurz, dass die Fehlerquellen, welche durch diese rein äusserlichen Umstände veranlasst werden, nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Namentlich nach oben zu kommen diese Fehlerquellen in Betracht und Dobrowolsky (16, p. 162) erzielte mit „Försters Perimeter eine Erweiterung des Gesichtsfeldes bis zu 10 Grad, wenn er den oberen Rand des Augenlides von der Hornhaut entfernte und bis zu 6 Grad, wenn er die äussere Kommissur wegzog.“ Ich kann nur bestätigen, dass man durch diese Manipulationen tatsächlich eine bedeutende Erweiterung des Gesichtsfeldes erzielt. Auch Donders (27, p. 257) bemerkt, dass man sich durch Herauf-

ziehen der Augenbrauen leicht überzeugen kann, dass durch die Lider eine Einschränkung nach oben besteht. Ebenso bestätigt dies Schön (20, p. 173).

Bei der Aufnahme des medialen Teiles des Gesichtsfeldes (der temporalen Hälfte der Netzhaut entsprechend) bildet wieder eine etwas hohe Nase einen Anlass zu einer eventuellen, unrichtigen Aufnahme desselben. In diesem Falle muss man dem Kopf eine kleine Drehung nach innen geben. Dadurch erhält man in der Tat ein grösseres Gesichtsfeld, wie Donders (27, p. 259) und Schön (20, p. 173) bestätigen. Der Untersuchte macht selbst oft die Beobachtung, dass das Objekt, sobald es aus dem Bereiche des von der Nase bedeckten Perimeterbogens tritt, sofort farbig erscheint und nicht erst wie gewöhnlich als heller Fleck imponiert, der erst allmählich die ihm eigene Farbe gewinnt. Auf diese Weise ist es nicht schwer, im gegebenen Falle die jeweils nötige Drehung dem Kopfe des Untersuchten zu geben. In der ersten Zeit, als ich noch nicht genügend auf diese Umstände achtete, wunderte ich mich, dass die Resultate oft so verschieden waren. So wurde bei einigen Aufnahmen, die nach aussen ein normales Gesichtsfeld zeigten, dasselbe nach der medialen Seite sehr eingeengt. Ich erhielt so ungleichmässige, wenig übereinstimmende Gesichtsfeldgrenzen. Als ich später gelernt hatte, auf alle diese Umstände genau zu achten, wurden auch die Grenzen gleichmässiger und übereinstimmender.

Aus vorstehendem ist nun klar, dass die Stellung des Untersuchten des öfteren gewechselt werden muss, nur muss stets darauf gehalten werden, dass der Knotenpunkt des Auges stets in der Mitte des Perimeterbogens bleibt. Donders (27, p. 263), welcher, um stets dieselbe Stellung des Untersuchten zu erhalten (den sogenannten „Primärstand") ein kompliziertes Verfahren anwendete, gibt zu, dass die Zurecht-

stellung des Kopfes, wie sie oben angeführt wurde für den Primärstand gelten kann. Aber auch der Perimeterstand muss des öfteren der Beleuchtung wegen gewechselt werden. Auch Groenouw (35, p. 97) macht darauf aufmerksam, dass namentlich bei vertikaler Stellung des Perimeterbogens die untere Hälfte häufig durch den Untersuchten beschattet wird und dass in diesem Falle das Perimeter etwas schräg zum Fenster gestellt werden muss, um eine genügende Beleuchtung zu erzielen. Es ist daher von sehr grosser Wichtigkeit, dass der zu Untersuchende bei diesen störenden Unterbrechungen bei beginnender Aufnahme des Gesichtsfeldes stets die gleiche Stellung einnimmt wie vorher. Die Untersuchungsresultate werden sonst zu ungleichmässig und man ist eventuell geneigt, diese Differenzen auf andere Umstände zu beziehen wie z. B. die Beleuchtung. Die vorliegenden Untersuchungen wurden in den Monaten März und April vorgenommen und zwar in der Mittagszeit zwischen $^1/_2$12 Uhr bis 2 Uhr; ausserdem wurde regelmässig notiert, ob der Himmel bedeckt oder ob Sonnenschein war. Es stellte sich nun heraus, dass es keinen wahrnehmbaren Unterschied ausmachte, ob der Himmel bedeckt oder ob Sonnenschein war, falls nur sonst unter gleichen Bedingungen gearbeitet wurde. In der Dämmerung allerdings oder wenn das Perimeter weiter vom Fenster in die Mitte des Zimmers gerückt wurde (also von diffusen hellem Tageslicht wohl nicht gesprochen werden kann) wurde das Gesichtsfeld namentlich für Farben enger und die Untersuchungen für den Untersuchten noch vielanstrengender und ermüdender, also auch ungenauer. Bei Baas (41, p. 41) finden wir ebenfalls, dass der Einfluss der allgemeinen Beleuchtung auf das Untersuchungsergebnis überschätzt wurde. Um für praktische Verhältnisse zu prüfen, ob die allgemeine Beleuchtung noch hinreichend ist, kann man daher das Verhalten seiner eigenen

Sehschärfe als Massstab nehmen: sinkt diese nicht, so ist auch eine Einigung des Gesichtsfeldes nicht zu befürchten. Auch Ole Bull schreibt (29, p. 84): „Aus diesen Untersuchungen ersehen wir, dass bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung eine merkbare Verringerung des Gesichtsfeldes (nämlich für weiss) nicht eintritt.“ Senn (39, p. 617 [11] Anmerkung) kann unbedeutende Veränderungen in der Bewölkung, Gemütsstimmung, Disposition keinen grossen Einfluss auf die praktische Perimetrie einräumen.

Wie schon oben erwähnt und aus diesen Ausführungen zu ersehen ist, stösst man bei der Aufnahme des Gesichtsfeldes auf so viele Schwierigkeiten, die zum Teil an den Hilfsmitteln liegen, zum Teil an der Person des Untersuchten, dass man sagen kann, eine ganz genau objektive Aufnahme ist nicht möglich. In der Tat möchte ich Unterschiede bis zu 5 Grad, die sich bei der Gesichtfeldaufnahme zeigen, noch nicht als direkte Fehler oder falsche Angaben bezeichnen, sondern als mögliche Schwankungen des Urteils. Ebenso findet Klug (24, p. 257), dass es eine Unmöglichkeit ist, „mit sich auf Minuten erstreckender Genauigkeit die Grenze der Farbenempfindung zu bestimmen.“ Auch Aubert (8, p. 120), der doch sehr genau zu untersuchen und zu beobachten verstand, glaubte bei grossen Quadraten die Fehler nicht über 5 Grad schätzen zu müssen, indem er einige Uebung und Vorversuche voraussetzt. Wir sehen also, wie schwierig es zu beurteilen ist, auf welches Konto der vielen Möglichkeiten wir kleinere Unterschiede in den Resultaten zu setzen haben, ob wir die Beleuchtung, Disposition, Ermüdung oder Intelligenz zu beschuldigen haben, vorausgesetzt immer, dass stets unter möglichst gleichen Bedingungen untersucht wird. So glaubt auch Ole Bull (29, p. 139) voraussetzen zu dürfen, dass ein jeder, der sich etwas mit Perimeteruntersuchungen abgegeben hat,

einräumen wird, dass man selbst bei Untersuchungen unter möglichst gleich bleibender Beleuchtung doch bei ein und demselben Individuum nicht unbedeutende Differenzen erhalten wird."

Uschakoff (13, p. 454) und Reich (15) stellten fest, dass Myopen ein kleineres Gesichtsfeld als Emmetropen besitzen. Mikewitsch (25) bestätigt dies.

Ebenso fand Otto (46, p. 560 und 561), dass bei Myopen eine hochgradig konzentrische Einschränkung der peripheren Grenzen des Gesichtsfeldes besteht, die am meisten auffällt auf der temporalen Seite, der nasalen Seite der Netzhaut entsprechend. Seine Untersuchungen machte er am Pristley-Smithschen Perimeter mit den runden Wolffbergschen, farbigen Tüchern; die Objekte wurden zentrifugal geführt. Auf p. 562 schreibt er, dass es „öfter beobachtet werden konnte, dass bei der Prüfung mit grossen Objekten die Gesichtsfeldeinschränkung kaum merklich war."

Nach Pietsch (42, p. 12 und 13) gibt Rählmann die entgegengesetzten Resultate als Uschakoff und Reich an, während Mauthner (17, p. 503) zu dem Schluss kommt, dass ein strikter Zusammenhang zwischen Gesichtsfeldausdehnung und Ametropie nicht besteht. Baas schreibt (41, p. 63):

„Dem unsicheren Ergebnis bei Hypermetropie steht die leicht zu konstatierende Verengrung bei Myopie gegenüber." Weiss hebt in seinem Vorwort (43, p. VI) nachdrücklich hervor, dass auffallende Gesichtsfeldanomalien nicht nur bei den hochgradig myopischen Augen, sondern auch bei solchen mittelhohen und selbst niederen Grades gefunden werden. Unter den Augen, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, befanden sich auch zwei myopische geringen Grades. Wahrnehmbare Unterschiede zwischen myopischen und emmetropischen Augen konnte ich jedoch nicht feststellen, obwohl beide Untersuchten

sowohl je ein myopisches als auch ein emmetropisches Auge besassen.

Wenn man mit den farbigen Pigmenten von der Peripherie des Perimeterbogens nach dem Centrum zu vorgeht, so erscheint das Pigment (wie schon oben angedeutet) nicht sofort farbig, sondern zunächst als ein mehr oder weniger heller grauer Schein, der erst allmählich als Farbe erkannt wird. Der erste, welcher darauf aufmerksam machte, dass farbige Objekte indirekt gesehen, farblos erscheinen, war wohl Purkinje (1, p. 15); nur ist bei ihm nicht angegeben, auf welchem Untergrunde die Farbe befestigt war, ein Umstand, der von sehr grosser Wichtigkeit ist. Nach ihm machte Hueck (3, p. 95) darauf aufmerksam, dass die Farben über eine gewisse Grenze hinaus nur noch einen Unterschied von hell und dunkel zulassen. Aubert (7, p. 43) schreibt, „dass blau immer heller wird, blau und grün dann hellgrau erscheint und endlich ziemlich rein weiss.“ „Bei rot ist der Uebergang folgender: es erscheint zuerst heller und matter rot, dann wird es rotgelb, dann gräulich gelb und endlich etwas schmutzig weiss. Hier ist es wieder recht schwer, die Grenze, wo die Rötung ganz aufhört, zu bestimmen.“ (Aubert hat das Objekt zentrifugal geführt.) Nach Helmholtz (9, p. 300) geht rot und grün, vom Centrum nach der Peripherie geführt, in gelb über, ehe sie verschwinden, blau geht direkt in grauweiss über. Woinow (14, p. 212 und 213) erscheint rot gelblich und geht allmählich in ein gelbliches braun über, welches bei fortschreitender Entfernung dunkler wird, bis es dann grau erscheint, wenn der Untergrund schwarz ist. Grün wird gelblich und geht in grau über. (14, p. 213 und 214.) „Blau geht in ein weniger gesättigtes blau — graublau — über, an der Peripherie erscheint es grau.“

Nach Schirmer (19, p. 201 und 202) erstreckt sich um

das grüne Farbenfeld eine Zone, in der grün als gelb erscheint, ebenso geht die rote Farbe durch orange in gelb über. (19, p. 203.) Nur das Farbenfeld für blau, welches über alle diese Zonen hinausreicht, hat keine ringförmige Zone, in welcher die Farbe pervers erscheint.

Peripherisch von diesen sämtlichen Zonen und dem Farbenfelde für blau werden die entsprechenden farbigen Objekte nur als hell oder grau (auf schwarzem Hintergrunde) wahrgenommen. Nach Klug (24, p. 268 und 269) geht „rot in eine farblose Empfindung über, es umgibt den roten Teil des Sehfeldes kein Bezirk, in dem es orange oder gelb erscheint; grün geht in eine matte, farblose Lichtempfindung über; blau wird nur weniger gesättigt und zeigt sich endlich wie ein dunkler Nebel, dessen Farbe nicht mehr zu erkennen ist.“ Rählmann (22, p. 17) schreibt, dass „die Spektralfarbe rot, wenn die Blicklinie sich von ihr entfernt und ihr Bild sich auf einer immer mehr excentrisch gelegenen Stelle der Netzhaut abbildet, in gelb übergeht und zwar derart, dass es alle Nuancen vom rötlich-orange zum hellen schwefelgelb durchgeht und endlich als helles Weiss verschwindet.“ (22, p. 18) „Grün geht über in ein intensives Goldgelb“ und verschwindet als weiss. „Blau verändert nur insofern seinen Charakter, als es allmählich heller wird und mehr oder weniger in weiss übergeht.“ Nach Krükow (21, p. 273) erscheint „rot auf schwarzem Grunde zuerst heller, wird dann orange mit stark gelblichem Anstrich und verwandelt sich in grau.“ Grün erscheint etwas heller, geht durch gelblich in grau über. (21, p. 274) Blau erscheint heller und verwandelt sich in grau.“ Diese Untersuchungen stimmen darin überein, dass blau beim indirekten Sehen stets in einen mehr oder weniger grau-weissen Ton übergeht, ohne erst als andere Farbe zu imponieren. Bei rot und grün sind die Resultate nicht so übereinstimmend. Während nach einigen Unter-

suchungen dieselben auch sofort in grau übergehen, ist nach anderen ein Zwischenraum vorhanden, in dem dieselben als andere Farben erscheinen. Hess (45, p. 1 und 2) findet den Grund dafür, dass die Beobachtungen über das Farbenwahrnehmungsvermögen auf den exzentrisch gelegenen Netzhautteilen so grosse Unterschiede zeigten, „wohl in erster Linie darin, dass es an genügenden Anhaltspunkten fehlte, wodurch es möglich gewesen wäre, die Ergebnisse der verschiedenen Forschungen unter einander zu vergleichen.“ Durch seine Versuche stellt er fest, dass (45, p. 3 und 4) alle „Pigmente, mit Ausnahme von Gelb und Blau, zuerst nicht in demjenigen Farbentone erscheinen, welchen sie für die mittlere Netzhaut zeigen.“ Jedoch lässt sich (45, p. 7) „für jede Beschaffenheit des Tageslichtes und entsprechende Stimmung des Auges ein gelbes, blaues, rotes und grünes Pigment finden, welches bei indirektem Sehen nur seine Sättigung, nicht aber seinen Ton ändert.“ Auf p. 18 und 19 prüft er mit einem „während längerer Zeit vor Lichteinfall geschütztem Auge“, wie sich die Spektralfarben bei indirektem Sehen verhalten. Dabei findet man ein Grün und Blau von bestimmter Wellenlänge und bestimmten Farbenton, welche farblos werden, ohne zwischendurch ihren Ton geändert zu haben. Auf p. 23 schreibt er, dass man „im Spectrum keine roten Farben findet, welche im indirekten Sehen den Ton nicht ändern.“ Um mit Spektralfarben ein unveränderliches Rot herzustellen, muss man dem Rot des Spektrum andere Farben beimischen, z. B. Violett.

Bei meinen Untersuchungen wurden die Pigmente von der Peripherie nach dem Zentrum zu vorgeschoben. Dabei erscheinen zuerst sämtliche Farben als ein mehr oder weniger helles grau (manchmal schon dem weiss sich nähernd). Blau erschien zuerst als grau, wurde immer heller, bis es sofort in seiner richtigen Farbe erkannt wurde und zwar als hellblau;

je mehr es dem Zentrum genähert wurde, desto gesättigter wurde der Farbenton. Ebenso erschien rot zuerst als grau und ging dann durch gelblich rot (und meistens orange) in rot über, das auch desto gesättigter erscheint, je mehr es sich dem Zentrum nähert. Grün erscheint zuerst als grau und geht dann gleich in grün über, das ebenfalls immer gesättigter wird.

Zuletzt möchte ich noch bemerken, dass drei Herren auf ihren beiden emmetropischen Augen dieselbe Sehschärfe hatten, nämlich $^5/_4$. Da schien es mir interessant, festzustellen, ob die Ausdehnung des Gesichtsfeldes (für weiss) auf den beiden Augen gleich gross sei. Bemerken möchte ich noch, dass die Angaben so genau und übereinstimmend waren, dass die Fehler einen Grad nicht überschritten. Donders (27, p. 256) gibt sogar an, dass man bei einem weissen Probeobjekt (eine sorgfältige Ausführung vorausgesetzt) sogar höchstens um einen halben Grad schwanken wird. Dabei stellte es sich übereinstimmend heraus, dass die Ausdehnung des Gesichtsfeldes nicht gleich ist. Die Tabellen 2, 4 und 6 auf p. 38 erläutern dies. In diesen Fällen habe ich den Untersuchungen die Meridiane von je 20 Grad zu je 20 Grad zugrunde gelegt.

Am Schluss der Arbeit erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. Groenouw für die Anregung zu dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Zusammenstellung
der Resultate bei den emmetropischen Augen mit gleicher Sehschärfe.

		0	20	40	60	80	90	100	120	140	160	180	200	220	240	260	270	280	300	320	340
2. cand. phil. L.	l. Auge	61	67	78	89	94	96	97	94	91	86	76	69	65	62	63	63	63	63	62	61
	r. Auge	59	63	72	83	90	92	92	91	87	78	72	64	62	60	61	60	61	61	61	60
4. stud. jur. N.	l. Auge	60	68	76	86	92	94	94	93	89	78	71	66	62	60	61	60	61	61	60	59
	r. Auge	63	71	78	89	94	98	99	97	92	83	76	69	66	62	63	62	63	62	62	62
6. stud. jur. M.	l. Auge	60	64	73	86	91	93	93	91	88	78	71	63	62	61	62	61	62	62	62	60
	r. Auge	64	69	77	89	97	98	99	98	92	85	77	68	64	63	63	62	63	63	63	62

Literatur.

(* im Referat gelesen)

1825. 1. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. II. p. 1—36.

1836. 2. Volkmann. Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig.

1840. 3. *Hueck. Müller's Archiv.

1855. 4. Aubert, Verschiedene Versuche über das indirekte Sehen. Jahresbericht der Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur. p. 25 28.

1856. 5. v. Graefe, Ueber die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affektionen. Archiv für Ophthalmologie II, 2 258—298.

1857. 6. Aubert und Förster, Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens. Untersuchungen über den Raumsinn der Retina. Arch. für Ophthalmologie III, 2 p. 1—38.

7. Aubert, Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens. Ueber die Grenzen der Farbenwahrnehmung auf den seitlichen Teilen der Retina. Archiv für Ophthalmologie III, 2 p. 38—67.

1865. 8. Aubert, Physiologie der Netzhaut. Breslau.

1867. 9. *Helmholtz, Physiologische Optik.

1869. 10. Förster, Bericht der 37. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad. Klinische Monatsblätter VII.

11. Leber, Ueber das Vorkommen von Anomalien des Farbensinnes bei Krankheiten des Auges nebst Bemerkungen über einige Formen von Amblyopie. Archiv für Ophthalmologie XV, 3 p. 26—107.

12. Möser, Das Perimeter u. seine Anwendung. Inaug.-Diss. Breslau.

1870. 13. *Uschakoff, Ueber die Grösse des Gesichtsfeldes bei Augen verschiedener Refraktion. Archiv für Anatomie.

14. Woinow, Zur Farbenempfindung. Archiv für Ophthalmologie. XVI, 1 p. 212—224.

1871. 15. Reich, Material zur Bestimmung der Grenzen des Gesichtsfeldes. Inaug. Dissert. St. Petersburg.

1872. 16. Dobrowolsky, Die Lehre von der Grösse des Gesichtsfeldes. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde X.

17. *Mauthner, Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges.
18. Rählmann, Ueber die Farbenempfindung in den peripherischen Netzhautpartien in Bezug auf normale und pathologische Brechungszustände. Inaug. Dissert. Halle.
1873. 19. Schirmer, Ueber erworbene und angeborene Anomalien des Farbensinnes. Archiv für Ophthalmologie. XIX, 2.
20. Schön, Ueber die Grenzen der Farbenempfindung in pathologischen Fällen. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde XI.
1874 21. Krükow, Objektive Farbenempfindung auf den peripherischen Teilen der Netzhaut. Archiv für Ophthalmologie XX, 1. p. 255—296.
22. Rählmann, Ueber Verhältnisse der Farbenempfindung bei indirektem und direktem Sehen. Archiv für Ophthalmologie XX, 1.
23. Schön, Die Lehre vom Gesichtsfeld und seinen Anomalien. Berlin.
1875. 24. Klug, Ueber Farbenempfindung bei indirektem Sehen. Arch. für Ophthalmologie XXI, 1 p. 251—294.
25. *Mikowitsch, Zur Frage über die Sehschärfe und ihr Verhältnis zur Gesichtsfeldgrösse im Auge mit verschiedener Refraktion. Inaug.-Dissert St. Petersburg.
1877. 26. Chodin, Ueber die Empfindlichkeit für Farben in der Peripherie der Netzhaut. Archiv für Ophthalmologie XXIII, 3.
27. Donders, Die Grenzen des Gesichtsfeldes in Beziehung zu denen der Netzhaut. Archiv für Ophthalmologie XXIII, 2 p. 255—280.
1879. 28. Treitel, Ueber den Wert der Gesichtsfeldmessung mit Pigmenten für die Auffassung der Krankheiten des nervösen Sehapparates Berlin.
1881. 29. Ole Bull. Studien über Lichtsinn und Farbensinn. Arch. für Ophthalmologie. XXVII, 1 p. 54—154.
1886. 30. Dobrowolsky, Ueber die Empfindlichkeit des normalen Auges gegen Farbentöne auf der Peripherie der Netzhaut. Arch. für Opthalmologie XXXII, 1 p. 9—32.
31. Exner, Ein Versuch über die Netzhautperipherie als Organ zur Wahrnehmung der Bewegungen. Pflüger's Archiv. 38.
1887. 32. Aubert, Ein Versuch über die Netzhautperipherie als Organ zur Wahrnehmung der Bewegungen. Pflüger s Archiv. 39.
1891. 33. Hering, Ueber Ermüdung und Erholung des Sehorgans. Arch. für Ophthalmologie XXXVII, 3 p. 1—36.
1892. 34. Hegg, Zur Farbenperimetrie. Archiv für Ophthalmologie XXXVIII, 3 p. 145—168.
1893. 35. Groenouw, Ueber die Sehschärfe der Netzhautperipherie und und eine neue Untersuchungsmethode derselben. Archiv für Augenheilkunde XXVI.

1894. 36. Drott, Die Aussengrenzen des Gesichtsfeldes für weisse und farbige Objekte. Inaug.-Dissert. Breslau.
37. Salomonsohn, Ueber die sogenannte pathologische Netzhautermüdung. Berliner Klinik, Sammlung klinischer Vorträge begründet von Geh. R. Hahn u. M. R. Fürbringer. Heft 70. (Mit Benutzung eines Vortrages, gehalten in der Berliner ophthalmologischen Gesellschaft am 18. Januar 1894.
1895 38. Groenouw, Ueber die beste Form der Gesichtsfeldschemata. Beitrag zur Augenheilkunde. Festschrift zur Feier des 70. Geburtstages Herrn Geh. M. R. Prof. Dr. Förster gewidmet. Arch. für Augenheilkunde. XXXI, Beiheft p. 75—84.
39. Senn, Beitrag zu den Funktionsprüfungen der Netzhautperipherie. Lichtsinnperimet. Aus der Berner Augenklinik, Basel und Leipzig 1895. (p. 617. od. 11. Anm.)
40. Ole Bull, Perimetrie. Bonn.
1896. 41. Baas, Das Gesichtsfeld. Stuttgart.
42. Pietsch, Die Ausdehnung des Gesichtsfeldes für weisse und farbige Objekte bei verschiedenen Refraktionszuständen. Inaug.-Dissert.
1898. 43. Weiss, Ueber das Gesichtsfeld der Kurzsichtigen. Leipzig und Wien.
1901. 44. Magnus, Die Augenheilkunde der Alten. Breslau.
1889. 45. Hess, Ueber den Farbensinn bei indirektem Sehen. Archiv für Ophthalmologie XXXV, 4.
1897. 46. Otto, Beobachtungen über hochgradige Kurzsichtigkeit und ihre operative Behandlung Archiv für Ophthalmologie XLIII.
1900. 47. Tschermak, Beobachtungen über die relative Farbenblindheit im indirekten Sehen. Pflüger's Archiv 82.
1893. 48. Kirschmann, Die Farbenempfindung im indirekten Sehen. Wundt's Philosoph. Studien Bd. VIII, 4.

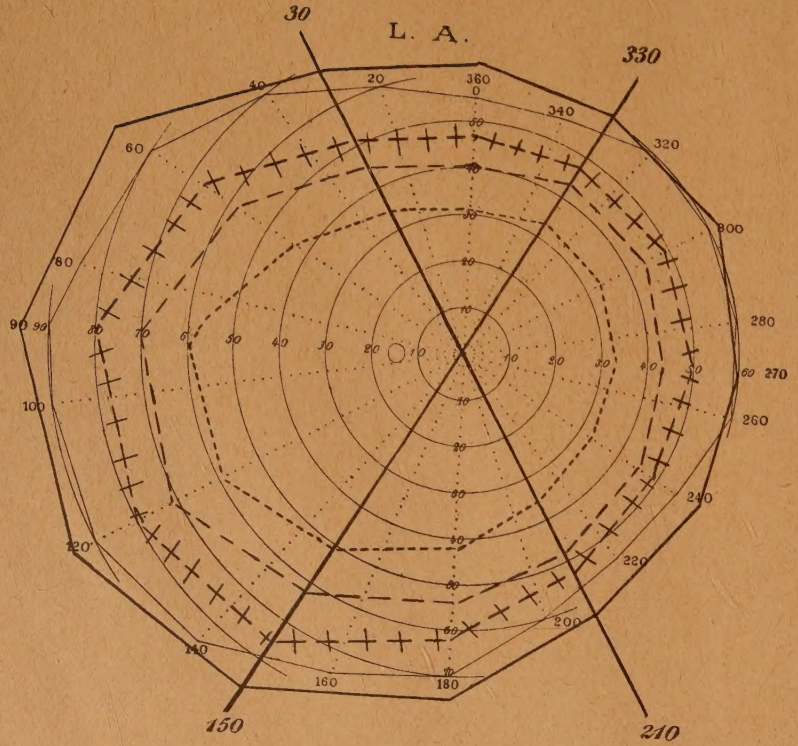
Lebenslauf.

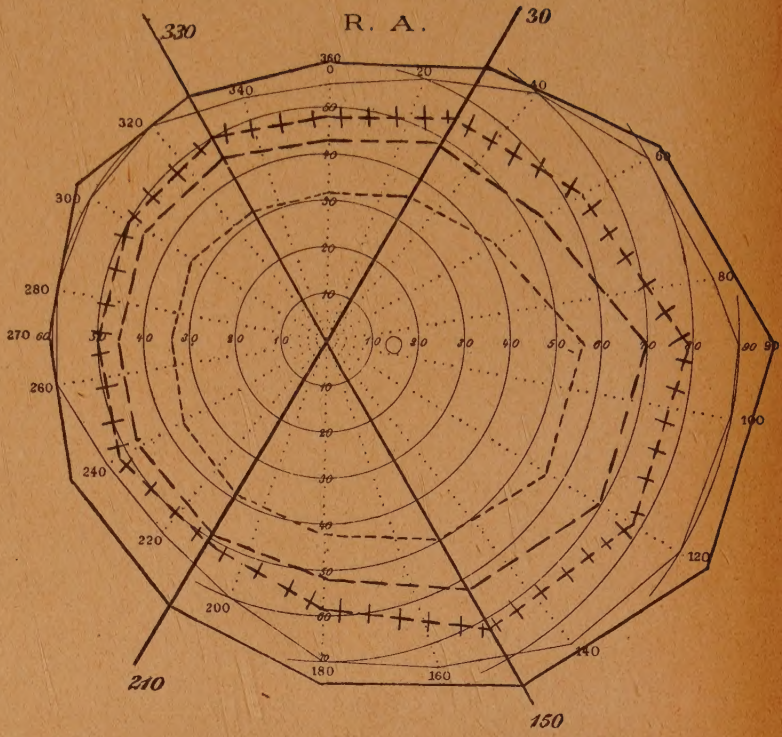
Ich, Paul, Karl Lampel, ev. Konfession, wurde am 24. März 1874 zu Simmenau Kreis Kreuzburg als Sohn des Organisten und Hauptlehrers Johann Lampel und seiner Ehefrau Mathilde geb. Wenzel geboren. In Breslau besuchte ich das Königl. Kath. St. Matthias-Gymnasium, woselbst ich am 7. März 1893 das Zeugnis der Reife erhielt. Ich studierte in Breslau und Würzburg Medizin. Am 5. November 1896 beendete ich die medizinische Vorprüfung in Breslau und am 29. März 1901 erhielt ich die Approbation als Arzt. Vom 1. April 1901 bis zum 28. Januar 1902 war ich als Assistenzarzt der inneren Abteilung des Krankenhauses der Elisabethinerinnen zu Breslau tätig. Vom 28. Januar 1902 bis zum 1. Juli 1904 war ich als Assistenzarzt am Malteser-Kinderkrankenhaus St. Anna zu Breslau beschäftigt, woselbst ich wieder seit dem 1. Mai 1905 als Assistenzarzt tätig bin.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Kurse folgender Herren Professoren und Dozenten, denen ich hiermit meinen Dank ausspreche:

Born †, Chun, Cohn †, Cohn, Czerny, Flügge, Fraenkel, Groenouw, Hasse, Heidenhain †, Henke, Hirt, Kast †, Kühnau, Kümmel, Küstner, Ladenburg, Meyer, v. Mikulicz-Radecki †, Neisser, Ponfick, Schenk, Semrau, Tietze, Uhthoff, Weintraud Wernicke †.

Cand. jur. H. — Objektgrösse 10 Mm².





——— weiss; +++ blau; — — — rot; ..... grün.